

TINJAUAN PUSTAKA

Zona intertidal (daerah pasang surut) merupakan zona terkecil dari lautan, yang merupakan tepi atau pinggiran yang sempit sekali, terletak diantara air pasang dan air surut. Walaupun luas daerah ini sangat terbatas, tetapi di sini terdapat variasi faktor lingkungan yang terbesar dibandingkan dengan daerah lautan lainnya dan variasi ini dapat terjadi pada daerah yang hanya berbeda jarak beberapa sentimeter saja. Bersamaan dengan ini terdapat keragaman kehidupan yang sangat besar, lebih besar dari pada yang terdapat di daerah subtidal yang lebih luas (Nybakken, 1988).

Faktor Lingkungan Zona Intertidal

Menurut Nybakken (1988), faktor lingkungan zona intertidal sangat berpengaruh pada organisme. Faktor lingkungan itu berupa sifat-sifat fisik lingkungan seperti suhu, gerakan ombak, salinitas dan faktor lain seperti pH, oksigen, dan nutrien.

1. Suhu.

Di lautan, suhu dan cahaya mempunyai hubungan yang sangat erat . Panas matahari akan diserap beberapa puluh sentimeter dari permukaan air, sehingga pada kedalaman yang berlainan suhunya juga berlainan (Odum, 1971).

Suhu yang ekstrim dapat mempengaruhi kegiatan organisme, walaupun tidak langsung terjadi kematian, organisme dapat menjadi lemah sehingga tidak dapat menjalankan aktivitas fisiologisnya seperti biasa dan akan mati oleh sebab-sebab sekunder. Suhu juga mempunyai pengaruh yang tidak langsung. Organisme laut dapat mati karena kehabisan air. Kehabisan air dapat dipercepat dengan meningkatnya suhu (Nybakken, 1988).

2. Gerakan Ombak

Di daerah intertidal gerakan ombak mempunyai pengaruh yang terbesar terhadap organisme dan komunitas dibandingkan dengan daerah-daerah lautan lainnya. Aktivitas ombak mempengaruhi kehidupan pantai dengan dua cara. Pertama, pengaruh mekaniknya menghancurkan dan menghanyutkan benda-benda yang terkena ombak, jadi makhluk apapun yang mendiami daerah ini harus mampu beradaptasi. Kedua, kegiatan ombak memperluas batas daerah intertidal. Hal ini terjadi karena penghempasan air laut yang lebih tinggi di pantai (Nybakken, 1988).

Kegiatan ombak juga mempunyai pengaruh lainnya, yaitu mencampur atau mengaduk gas-gas atmosfer ke dalam air, sehingga meningkatkan kandungan oksigen oleh karena itu daerah yang diterpa ombak tidak pernah kekurangan oksigen (Nybakken, 1988).

3. Salinitas

Menurut Odum (1971) salinitas merupakan syarat utama untuk mengetahui massa air laut. Faktor-faktor yang mempengaruhi salinitas air laut adalah curah hujan, pengaliran air tawar, dan penguapan.

Salinitas dapat mempengaruhi organisme zona intertidal melalui dua cara. Pertama, karena zona intertidal terbuka saat air surut, kemudian digenangi air tawar atau aliran air hujan, akibatnya salinitas menjadi turun. Pada keadaan tertentu, penurunan salinitas akan melewati batas toleransi dan karena kebanyakan organisme intertidal menunjukkan toleransi yang terbatas terhadap turunnya salinitas, organisme dapat mengalami kematian. Kedua, genangan air laut dapat memperlihatkan kenaikan salinitas jika terjadi penguapan sangat berlebihan pada siang hari (Nybakken, 1988).

4. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut merupakan faktor penting bagi metabolisme jasad-jasad perairan. Kandungan oksigen terlarut tergantung pada temperatur air, gerakan air, luas permukaan air, tekanan atmosfer, dan oksigen dalam udara bebas.

Kandungan oksigen terlarut dalam air juga dipengaruhi oleh respirasi organisme, fotosintesis tumbuhan, aerasi air, adanya gas-gas terlarut lainnya, dan beberapa reaksi oksidasi.

5. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) menyatakan intensitas keasaman atau kebasaan dari suatu perairan. Perairan yang digunakan untuk irigasi, perikanan, maupun untuk keperluan lainnya sangat penting untuk diketahui keasamannya.

Batas toleransi organisme akuatik terhadap pH adalah bervariasi dan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain : temperatur, konsentrasi terlarut, alkalinitas, adanya anion dan kation, serta spesies organisme (Wardoyo, 1982).

6. Faktor Lain

Adanya substrat yang berbeda-beda yaitu pasir, batu, lumpur menyebabkan terjadi perbedaan fauna dan struktur komunitas di daerah intertidal. Menurut Nybakken (1988), walaupun oksigen sangat diperlukan oleh organisme, tetapi di daerah intertidal oksigen bukan merupakan faktor pembatas, kecuali pada keadaan tertentu. Kandungan oksigen bisa meningkat oleh kegiatan ombak yang akan mencampur dan mengaduk gas-gas atmosfernya ke dalam air, sehingga daerah yang diterpa ombak tidak kekurangan oksigen.

Adaptasi Organisme Intertidal

Pengaruh pasang surut yang paling jelas pada organisme intertidal adalah akibat terkena udara terbuka secara periodik dengan kisaran faktor fisik yang cukup lebar, sehingga organisme intertidal memerlukan adaptasi agar dapat hidup di daerah ini. Adaptasinya menyangkut penghindaran atau pengurangan tekanan, tekanan yang utama dari lingkungan laut adalah ombak (Nybakken, 1988). Adaptasi tersebut antara lain:

1. Adaptasi terhadap kehilangan air.

Saat organisme laut berpindah dari air ke udara terbuka, mereka mulai kehilangan air. Jika mereka ingin mempertahankan diri di daerah intertidal, kehilangan ini harus dikurangi atau organisme harus mempunyai sistem tubuh yang dapat menyesuaikan diri terhadap kehilangan air yang cukup besar selama berada di udara terbuka.

Mekanisme adaptasi untuk menghindari kehilangan air dapat terjadi dengan baik secara struktural, tingkah laku, maupun kedua-duanya. Banyak spesies teritip merupakan spesies yang utama di zona intertidal di seluruh dunia. Hewan-hewan ini sesil dan kehilangan air dapat dihindari dengan merapatkan cangkangnya pada waktu air surut. Adanya cangkang yang kedap air menyebabkan berkurangnya kehilangan air akibat penguapan. Beberapa Bivalvia seperti *Mytilus edulis* dapat hidup di daerah intertidal karena memiliki kemampuan menutup rapat valvanya untuk mencegah kehilangan air.

2. Pemeliharaan keseimbangan panas

Organisme intertidal juga dipengaruhi oleh suhu panas dan dingin yang ekstrim dan memperlihatkan adaptasi tingkah laku dan struktur tubuh untuk menjaga

keseimbangan panas internal. Mekanisme keseimbangan panas hampir seluruhnya berkenaan dengan cara mengatasi suhu yang terlalu tinggi. Suhu rendah yang ekstrim tidak begitu menjadi masalah bagi organisme pantai dibanding dengan suhu yang terlalu tinggi. Hal ini dapat diatasi dengan pengurangan panas yang didapat dari lingkungan dan meningkatkan kehilangan panas dari tubuh hewan. Panas yang didapat dari lingkungan dapat dihilangkan dengan beberapa cara.

Cara pertama adalah dengan memperbesar ukuran tubuh. Dengan memperbesar ukuran tubuh berarti perbandingan antara luas permukaan dengan volume tubuh menjadi lebih kecil sehingga luas daerah tubuh yang mengalami peningkatan suhu menjadi lebih kecil. Pada keadaan yang sama, tubuh yang lebih besar memerlukan waktu yang lebih lama untuk bertambah panas dibandingkan dengan tubuh yang lebih kecil.

Mekanisme lain untuk mengurangi panas adalah dengan cara mengurangi kontak antara jaringan tubuh dengan substrat. Satu mekanisme yang ditemukan pada organisme bercangkang keras seperti Moluska, adalah dengan memperluas cangkang dan memperbanyak ukiran pada cangkang. Ukiran-ukiran tersebut berfungsi sebagai sirip radioator sehingga memudahkan hilangnya panas. Hilangnya panas dapat diperbesar pula jika organisme mempunyai warna yang terang (organisme berwarna gelap mendapat panas melalui absorpsi).

Terakhir dan yang paling penting, hilangnya panas dapat terjadi melalui penguapan air. Hampir semua organisme intertidal mempunyai suatu strategi adaptasi untuk mendinginkan tubuh dengan jalan penguapan dan sekaligus menghindari kekeringan yang berlebihan. Untuk memudahkan keseimbangan ini, hampir semua hewan intertidal mempunyai persediaan air tambahan sehingga

pendinginan dapat terjadi. Air tambahan ini disimpan dalam rongga mantel, dan melebihi kebutuhan hidup hewan tersebut.

3. Gerakan ombak

Gerakan ombak mencapai puncaknya di zona intertidal, karena itu organisme yang hidup di daerah ini perlu beradaptasi untuk mempertahankan diri dari pengaruh pukulan ombak. Gerakan ombak mempunyai pengaruh yang berbeda pada pantai berbatu, dan pada pantai berpasir, sehingga membutuhkan adaptasi yang berbeda pula.

Untuk mempertahankan posisi menghadapi gerakan ombak, organisme intertidal membentuk beberapa adaptasi. Salah satu di antaranya, yang ditemukan pada teritip, tiram, dan cacing polichaeta serpulida, adalah dengan melekat kuat pada substrat. Sedangkan algae di daerah intertidal menyatukan dirinya pada dasar perairan melalui sebuah pelekat.

Organisme lain juga membuat alat pelekat yang kuat tetapi tidak permanen, sehingga membatasi pergerakan. Sebagai contoh adalah benang byssal (*byssal thread*) pada *Mytilus* sp. Benang *byssal* ini dapat menambatkan hewan tersebut dengan kokoh tetapi tetap dapat putus dan dapat dibuat kembali sehingga membatasi gerakan yang lambat.

4. Pernapasan

Hewan-hewan penghuni zona intertidal merupakan hewan laut. Mereka mempunyai tonjolan organ pernapasan yang mampu mengambil oksigen dari air. Biasanya tonjolan ini tipis dan merupakan perluasan dari permukaan tubuh. Organ-organ pernapasan ini biasanya peka terhadap kekeringan di udara dan tidak akan berfungsi kecuali jika dicelupkan ke dalam air.

Di antara hewan intertidal, terdapat kecenderungan untuk memasukkan organ pernapasan ini ke dalam rongga untuk mencegah kekeringan. Hal ini dapat terlihat jelas pada berbagai Moluska, yang insangnya terdapat dalam rongga mantel yang dilindungi oleh cangkang. Keadaan yang sama dijumpai pada teritip jaringan mantel bertindak sebagai organ pernapasan.

Hewan-hewan dengan organ pernapasan yang terlindung juga harus mempertahankan air pada waktu air laut surut, karena itu mereka sering menutup (operkulum) atau mengaitkan diri (Kiton, Limpet). Dengan cara ini pertukaran gas berkurang. Jadi, untuk mempertahankan O_2 dan air ketika air laut surut banyak hewan yang berdiam diri.

5. Cara makan

Pada waktu makan, seluruh hewan intertidal mengeluarkan bagian-bagian berdaging dari tubuhnya. Hal ini berarti bahwa bagian-bagian yang terbuka ini harus tahan terhadap kekeringan. Karena itu, seluruh hewan intertidal hanya aktif jika pasang-naik dan tubuhnya terendam air. Hal ini berlaku bagi seluruh hewan baik pemakan tumbuhan, pemakan bahan-bahan tersaring, pemakan detritus, maupun predator.

6. Salinitas

Zona intertidal juga mendapat limpahan air tawar, yang dapat menimbulkan masalah tekanan osmotik bagi organisme intertidal yang hanya dapat menyesuaikan diri dengan air laut. Hal ini terlihat nyata karena hampir semua organisme intertidal tidak memperlihatkan adaptasi terhadap perubahan salinitas (bersifat stenohalin), tidak seperti organisme estuari. Adaptasinya sama dengan adaptasi untuk melindungi tubuh terhadap kekeringan, misalnya untuk teritip dan

Moluska adalah dengan menutup valva atau cangkang. Keadaan ini mungkin yang menyebabkan mortalitas pada organisme intertidal jika terjadi hujan deras atau aliran air tawar.

7. Reproduksi

Kebanyakan organisme intertidal hidup menetap atau bahkan melekat, sehingga dalam penyebarannya mereka menghasilkan telur atau larva yang terapung bebas sebagai plankton. Adaptasi reproduksi kedua yang diakibatkan oleh posisi intertidal adalah bahwa hampir semua organisme mempunyai daur perkembangbiakan yang seirama dengan munculnya arus pasang-surut tertentu, seperti misalnya pada waktu pasang purnama. Contohnya, *Mytillus edulis*, gonad menjadi dewasa selama pasang purnama dan pemijahannya berlangsung ketika pasang perbani.

Bivalvia

Kelas Bivalvia mempunyai adaptasi yang sangat tinggi karena dapat menyesuaikan diri hampir di semua lingkungan air atau lingkungan akuatik (Hyman, 1967; Abbott, 1968). Pada umumnya Bivalvia menempel pada substrat yang keras, menggunakan benang perekat yang sering disebut *byssal thread* atau zat perekat tetapi sebagian ada yang bergerak dengan cara membuka dan menutupnya kedua cangkang.

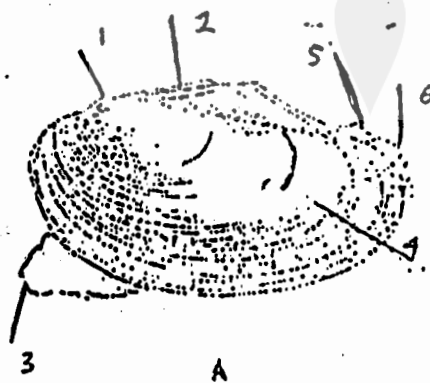
Bivalvia adalah Mollusca yang mempunyai dua cangkang yang simetri bilateral. Tidak mempunyai kepala dan hanya mempunyai kaki dan mulut. Kelas ini juga disebut Pelecypoda (*pelecys* = kapak; *podos* = kaki), memperlihatkan bentuk kaki yang tunggal dan memipih yang menunjukkan persamaan dengan kapak yang keluar di antara kedua cangkang. Di samping itu ada pula yang menyebut Lamellibranchia

(lamella = lempengan; branchia = insang) menunjukkan bahwa hewan ini hidupnya bernapas dengan insang dan insangnya berbentuk pipih seperti lempengan atau seperti daun.

Anggota Bivalvia tubuhnya dibedakan menjadi dua bagian yaitu cangkang yang keras dan badan yang lunak. Bagian tubuh yang lunak dari Pelecypoda adalah:

1. Massa viscera, terdapat pada bagian dorsal, terdiri dari alat-alat pencernaan, pernapasan, dan lain-lain.
2. Kaki muscular.
3. Lempengan insang.

Cangkang Pelecypoda sebagai pelindung badan yang lunak yang merupakan katup yang disebut valva.



Gambar 1. Morfologi valva

- Keterangan :
- A. Dari bagian kiri
 - B. Dari bagian posterior
 - 1. Umbo
 - 2. Hinge ligamen
 - 3. Kaki muscular
 - 4. Garis pertumbuhan
 - 5. Siphon exhalant
 - 6. Siphon inhalant
 - 7. Mantel
 - 8. Apertura supra anal

Menurut Barnes (1974), susunan cangkang Pelecypoda atau Bivalvia terdiri dari tiga lapisan yaitu :

1. Periostracum (lapisan terluar) yang terdiri dari protein. Lapisan ini kadang-kadang berwarna dan mudah larut.
2. Ostracum (lapisan tengah) yaitu lapisan prismatic yang paling tebal, tersusun dari lapisan kalsium yang berbentuk polygonal.
3. Hypostracum (lapisan dalam) yang terdiri dari lembaran-lembaran cochiolin dan kalsium karbonat yang umumnya tipis dan mengkilat, lapisan ini biasanya disebut *nacre*.

Pada masing-masing valva di sebelah dorsal terdapat umbo yaitu bagian yang tertua dari kulit kerang dan garis-garis konsentris di sekitarnya adalah garis-garis pertumbuhan ke berikutnya. Kedua katup atau valva dihubungkan oleh ligamenta yang elastik. Membuka menutupnya valva disebabkan oleh adanya otot *aduktor* yang bekerja secara antagonis (Barnes, 1974).

Dalam keanekaragaman bentuk cangkang, beberapa tanda karakteristik tetap ada, walaupun agak sukar untuk dibedakan. Terdapat dua buah ciri yang dapat dijadikan pegangan yaitu bentuk lekukan dan struktur cangkang. Dinyatakan pula bahwa

ukuran, besar, bentuk dan ukiran pada bagian luar cangkang serta proporsi lekukan berguna untuk menentukan spesies pada kerang tersebut.

Hewan ini mempunyai mantel yang membentuk lembaran jaringan yang sangat besar yang terletak di belakang valva. Bagian tepi mantel mempunyai tiga lipatan yaitu lipatan dalam, lipatan tengah dan lipatan luar. Lipatan dalam paling besar dan mengandung otot-otot radial dan sekular, lipatan tengah bersifat sensoris dan lipatan luar berhubungan dengan alat sekresi. Perlekatan mantel dan cangkang dapat terlihat pada permukaan dalam sel oleh suatu jaringan parut yang disebut garis pallial. Di samping perlekatan mantel, kadang-kadang beberapa benda asing seperti butiran pasir atau parasit menyangkut di antara perlekatan mantel dan cangkang. Benda asing ini kemudian menjadi inti (nukleus) yang diselubungi oleh suatu lapisan konsentris dari lapisan *nacre*, yang kemudian akan membentuk mutiara.

Bivalvia bernapas dengan menggunakan insang, struktur insang berbentuk W, pada penampang melintang berbentuk lamela. Gerakan kaki dibawa pengaruh ganglion pedal, yang bersifat menggali atau membenamkan diri ke dalam pasir atau lumpur, pada umumnya dilakukan dengan otot kaki (Morton, 1967).

Makanan kerang yang mengandung material organik, dibawa masuk ke rongga mantel bersamaan dengan air yang mengalir melalui siphon ventral. Mulut terletak di antara dua pasang valva mulut. Cilia dari valva menggerakkan makanan masuk ke mulut kemudian masuk melalui suatu esophagus tubular yang bercilia pendek. Makanan dicerna dalam perut oleh bantuan sekresi hati, dan diabsorpsi dalam intestinum, kemudian material sisa keluar lewat anus. Faeces yang keluar dari anus dibawa oleh aliran air melalui siphon dorsal.

Sebagian Bivalvia bersifat dioecious, kedua gonade mengarah pada alur intestinum gonoductus sederhana, gonade terbagi dalam ovarium. Pada spesies yang pembuahannya di luar tubuh maka spema dan telur dikeluarkan ke dalam air dan terjadilah fertilisasi. Tetapi ada pula spesies yang pembuahannya terjadi dalam tubuh, perkawinan terjadi pada rongga suprabranchial atau pada insang (Barnes, 1974).

Klasifikasi Bivalvia

Shrock dan Twenhoel (1953), mengikuti pembagian cara Thiele berdasarkan atas susunan dasar gigi katup, bentuk *musculus aduktor* dan susunan insang, sehingga pembagian sebagai berikut :

1. Ordo Taxodonta

Katup cangkang yang mempunyai gigi dan socket yang sama sepanjang tepi engsel, termasuk Familia Arcidae dan Vulselidae.

Cangkang dari Familia Arcidae mempunyai ukuran kecil hingga besar dan kebanyakan berbentuk memanjang atau segi empat. Permukaannya terukir oleh tulang-tulang radial dan ditutupi periostracim beludru yang tebal. Bagian dalam berwarna putih cina, daerah mulut bengkok dan biasanya terpisah satu sama lain di antaranya terdapat daerah ligamentum yang luas dan engsel berbentuk garis lurus yang memiliki gigi yang kecil. Hewan ini sering mempunyai *bysuss* yang berfungsi untuk melekatkan diri pada batuan atau substrat yang lain. Beberapa spesies anggota dari familia ini ada yang hidupnya dengan menempel pada batuan, hidup pada batu karang, di bawah batu karang, hidup dalam pasir berlumpur dan juga yang hidup dalam lumpur.

2. Ordo Anisomyaria

Katup mempunyai *Musculus aductor anterior* kecil atau lenyap, sedangkan *Musculus aductor posterior* besar, termasuk Familia *Mytilidae* dan *Pinnidae*.

Anggota Familia *Mytilidae* mempunyai cangkang yang berbentuk trigonal, agak memanjang dan ukurannya bervariasi. Cangkang ini di sebelah posterior berambut atau kasar, terdiri atas relief konsentris yang kurang jelas, bagian tepi mengalami krenulasi. Biasanya tanpa siphon. Kaki mengalami reduksi atau tidak ada. Kebanyakan spesies anggota ini hidup pada pantai berpasir atau berbahu dengan perantaraan *byssal thread*, atau di antara rumput laut.

3. Ordo Eulamellibranchia

Bentuk insang yang pipih seperti daun yang dibentuk oleh penyatuan filamen-filamen insang. Merupakan ordo terbesar dan terpenting di antara *Pelecypoda*. Termasuk Familia *Veneridae*.

Anggota dari Familia ini mempunyai cangkang yang berbentuk trigonal membulat, orbicular atau oval memanjang, dengan valva yang sama dan tertutup rapat sekali. Umbo menonjol, pemukaannya halus atau terukir oleh tulang-tulang radial dan garis-garis konsentris. Garis mantel menghubungkan otot anterior dan posterior. Hidupnya dalam liang berbagai macam substrat dan beberapa spesies dapat juga mengikatkan *byssal thread* (alat perekat berupa benang). Kebanyakan spesies anggota ini hidup dalam lumpur dan pasir.